

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт кибернетики
Направление подготовки «Управление в технических системах»
Кафедра Автоматики и компьютерных систем

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Автоматизированная транспортная платформа с движением по изменяемой траектории

УДК 658.286:621.867.155

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8А31	Калабухов Тимофей Олегович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры АиКС	Казьмин Виктор Павлович	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Каф. менеджмента, Ассистент	Антонова Ирина Сергеевна	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Каф. ЭБЖ, Доцент	Извеков Владимир Николаевич			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
АиКС	Суходоев Михаил Сергеевич	к.т.н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

по направлению 27.03.04 «Управление в технических системах»

Код результата	Результат обучения (Выпускник должен быть готов) Профессиональные компетенции
P1	Обладать естественнонаучными и математическими знаниями для решения инженерных задач в области разработки, производства и эксплуатации систем управления техническими объектами и средств автоматизации.
P2	Обладать знаниями о передовом отечественном и зарубежном опыте в области управления техническими объектами с использованием вычислительной техники
P3	Применять полученные знания (P1 и P2) для формулирования и решения инженерных задач при проектировании, производстве и эксплуатации современных систем управления техническими объектами и их составляющих с использованием передовых научно-технических знаний, достижений мирового уровня, современных инструментальных и программных средств.
P4	Уметь выбирать и применять соответствующие методы анализа и синтеза систем управления, методы расчета средств автоматизации, уметь выбирать и использовать подходящее программное обеспечение, техническое оборудование, приборы и оснащение для автоматизации и управления техническими объектами.
P5	Уметь находить электронные и литературные источники информации для решения задач по управлению техническими объектами.
P6	Уметь планировать и проводить эксперименты, обрабатывать данные и проводить моделирование с использованием вычислительной техники, использовать их результаты для ведения инновационной инженерной деятельности в области управления техническими объектами.
P7	Демонстрировать компетенции, связанные с инженерной деятельностью в области научно-исследовательских работ, проектирования и эксплуатации систем управления и средств автоматизации на предприятиях и организациях – потенциальных работодателях, а также готовность следовать их корпоративной культуре
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в международной среде с пониманием культурных, языковых и социально – экономических различий.
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы с ответственностью за работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области автоматизации и управления техническими объектами, демонстрировать при этом готовность следовать профессиональной этике и нормам.
P10	Иметь широкую эрудицию, в том числе знание и понимание современных общественных и политических проблем, вопросов безопасности и охраны здоровья сотрудников, юридических аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияния инженерных решений на социальный контекст и окружающую среду.
P11	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.

Министерство образования и науки Российской Федерации
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт кибернетики
 Направление подготовки «Управление в технических системах»
 Кафедра Автоматики и компьютерных систем

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8А31	Калабухову Тимофею Олеговичу

Тема работы:

Разработка и исследование автоматизированной транспортной платформы с движением по изменяемой траектории	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	Приказ №786/с от 09.02.2017 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
------------------------------------------	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Аппаратная платформа Arduino Uno, контроллер Ardumoto L298P, колесная платформа, два коллекторных двигателя постоянного тока</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Исследование и разработка автоматизированных систем движущихся объектов, разработка и сборка модели транспортной платформы, разработка алгоритмов и программы управления движением платформы</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Презентация в формате *.pptx</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Извеков Владимир Николаевич

Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Антонова Ирина Сергеевна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Заключение	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
-------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры АиКС	Казьмин Виктор Павлович	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8А31	Калабухов Тимофей Олегович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСО-
СБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8А31	Калабухову Тимофею Олеговичу

Институт	ИК	Кафедра	АиКС
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Управление в технических системах

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос, наблюдение.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Оценки перспективности проекта по технологии QuaD.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Формирование плана и графика разработки, формирование бюджета затрат на НИ.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Анализ интегральных показателей эффективности.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Альтернативы проведения НИ
3. График проведения и бюджет НИ
4. Оценка ресурсной эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Каф. менеджмента, Доцент	Антонова Ирина Сергеевна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8А31	Калабухов Тимофей Олегович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8А31	Калабухову Тимофею Олеговичу

Институт	ИК	Кафедра	АиКС
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Управление в технических системах

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	1. Платформа, оборудованная двумя коллекторными двигателями постоянного тока, питание которых осуществляется от 4 аккумуляторов типа АА. Устройство может быть применено в системах стабилизации движения на производстве.
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты; – (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения). 	<p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> – отклонение показателей микроклимата (СанПиН 2.2.4.548–96) – повышенный уровень шума (СН 2.2.4/2.1.8.562–96) – недостаточная освещенность (СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03) – повышенный уровень электромагнитных излучений (СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96) <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> – опасный уровень напряжения электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека (ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ)
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); 	<p>2. Источники загрязнения окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – аккумулятор типа АА – коллекторные двигатели постоянного тока – лампы осветительных приборов

<ul style="list-style-type: none"> – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	3. Возможно ЧС техногенного характера: <ul style="list-style-type: none"> – пожар
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	4. Организация рабочего места осуществляется в соответствии с СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
-------------------------------------------------------------	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Каф. ЭБЖ, Доцент	Извеков Владимир Николаевич			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8А31	Калабухов Тимофей Олегович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 63 страницы, 5 рисунков, 19 таблиц, 15 литературных источников, 1 приложение.

Ключевые слова: автоматизированная платформа, коллекторные двигатели постоянного тока, движение по изменяемой траектории, автоматическая система управления, Arduino UNO, Ardumoto Shield L298P.

В работе проводится исследование автоматизированной платформы на базе аппаратной платформы Arduino UNO

Цель работы — разработать и исследовать систему автоматизированной транспортной платформы с движением по изменяемой траектории.

В процессе разработки и исследования произведен выбор основных составляющих компонентов устройства, произведено проектирование и тестирование этих компонентов, сборка, а также наладка аппаратной и программной частей транспортной платформы.

В результате проделанной работы были рассчитаны основные зависимости движения транспортной платформы, а так же была спроектирована и собрана автоматизированная платформа, способная распознать линию и скорректировать относительно нее свое движение.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

КПД – коэффициент полезного действия;

GND — заземление(ground);

ИК датчик — инфракрасный датчик;

USB — универсальная последовательная шина (Universal Serial Bus);

COM-порт — последовательный порт(COMmunicationport);

ПИД регулятор – пропорционально-интегро-дифференцирующий регулятор;

НТИ — научно техническое исследование;

ШИМ — широтно импульсная модуляция.

Оглавление

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ	2
РЕФЕРАТ	8
ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	9
ВВЕДЕНИЕ.....	12
1 СУЩЕСТВУЮЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ.....	13
2 СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ.....	14
3 ВЫБОР МИКРОКОНТРОЛЛЕРА	16
4 ВЫБОР ПЛАТФОРМЫ.....	18
5 ВЫБОР ДВИГАТЕЛЯ.....	19
6 УПРАВЛЕНИЕ ДВИГАТЕЛЯМИ.....	22
7 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	23
ВВЕДЕНИЕ.....	23
7.1 ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ НТИ.....	24
7.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗМОЖНЫХ АЛЬТЕРНАТИВ ПРОВЕДЕНИЯ НТИ	27
7.3 ПЛАНИРОВАНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ	28
7.3.1 СТРУКТУРА РАБОТ В РАМКАХ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ	28
7.3.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ	29
7.3.3 РАЗРАБОТКА ГРАФИКА ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ.....	30
7.3.4 БЮДЖЕТ НТИ.....	34
7.4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТА	40
8 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	42
АННОТАЦИЯ	42
ВВЕДЕНИЕ.....	42
8.1 ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	43

8.1.1 МИКРОКЛИМАТ	43
8.1.2 ШУМ	45
8.1.3 ОСВЕЩЕННОСТЬ	46
8.1.4 ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ИЗЛУЧЕНИЯ.....	49
8.2 ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	51
8.3 БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ	53
8.4 ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....	55
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	57
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	59
ПРИЛОЖЕНИЕ А	61

ВВЕДЕНИЕ

В данной работе описан процесс разработки и создания автоматизированной транспортной платформы на основе аппаратной вычислительной платформы Arduino.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка и исследование автоматизированной транспортной платформы с движением по изменяемой траектории.

В общем виде, работа заключается в следующем: моделируется определенный этап технологического процесса, на котором транспортная платформа движется по линии.

Задачи решаемые в данной работе

- разработать устройство;
- выбрать контроллер и другие составляющие части платформы;
- написать программу;

1 СУЩЕСТВУЮЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

В данной выпускной квалификационной работе рассматривается платформа, движущаяся относительно изменяемой линии. Разработка подобных устройств это неотъемлемая часть современных соревнований среди робототехнических изделий. Как правило, в таких соревнованиях принимают участие роботизированные изделия, собранные на базе электромеханического конструктора Lego Mindstroms. Lego Mindstroms представляет собой набор, состоящий из контроллера, и подключаемых к нему специальных блоков. Составление программы заключается в построение цепочки функциональных блоков, подобная программа представлена на рисунке 1.

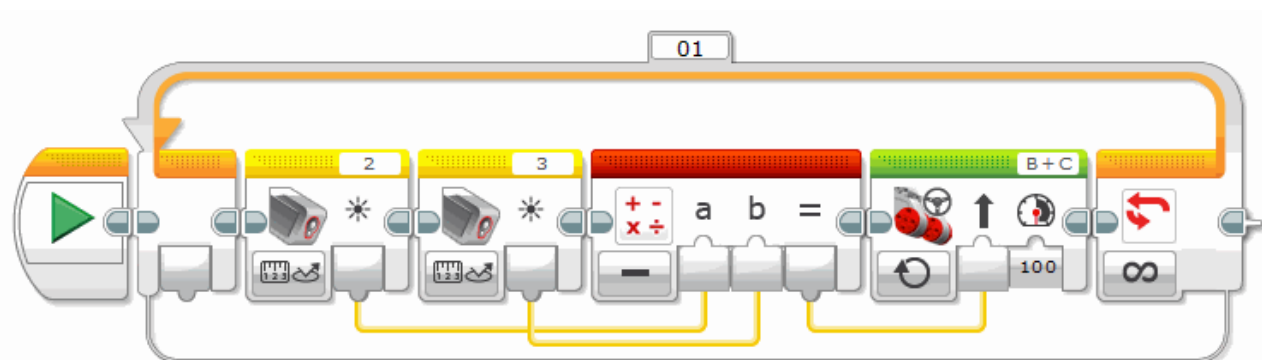


Рисунок 1 — пример программы на Lego Mindstroms

Эту же задачу можно решить используя различные микроконтроллеры. Для решения данной задачи наиболее распространено применение микроконтроллеров Atmega, например Atmega32. Чаще всего применяется аппаратная платформа Arduino, в виду своей простоты работы и отладки, данная платформа использует в основе разные модификации микроконтроллера. Применение платформы Arduino дает большое количество вариантов решения проблем. В большинстве случаев используется трехколесная платформа с двумя ведущими и одним стабилизирующим колесом. Вращение колес обеспечивается коллекторными двигателями постоянного тока. Ориентация в пространстве, в подавляющем числе случаев, реализуется при помощи инфракрасных датчиков линии. Программируются контроллеры на C-образных текстовых языках.

Ориентация в пространстве относительно границы линии иногда осуществляется при помощи видеокамеры. В этом случае требуются значительные аппаратные и вычислительные мощности, которые не может обеспечить платформа Arduino UNO. Для распознавания видеоизображения можно применить одноплатный компьютер Raspberry Pi, работающий на основе Linux-образных операционных систем. Raspberry Pi может служить в качестве блока обработки сигнала с видеокамеры. В дальнейшем сигнал с одноплатного компьютера передается на микроконтроллер для дальнейшего управления приводами шасси.

На сегодняшний день существует множество решений, реализующих автоматизированное движение по изменяемой траектории. Большая часть из них используются в учебных целях, но есть и практически применимые решения. Все вышеописанные примеры применяются в учебных целях. Примером внедрения на производстве является тележки на заводе Porsche, они перевозят детали до места сборки. На заводе используются автоматизированные платформы, движение которых происходит по нарисованным на полу линиям. Тележки могут выступать в качестве конвейеров, на которых движется собираемый автомобиль. Датчиков линии на этих тележках являются видеокамеры.

В данной выпускной работе рассматривается простейший случай ориентации относительно линии. В качестве датчиков линии, как правило, используются инфракрасные датчики-линии, в виду их простоты и отсутствия необходимости сложной обработки данных. В качестве контроллера выберем аппаратную платформу Arduino UNO. Платформа Arduino UNO обладает всей необходимой производительностью и большим объемом библиотек, встроенных функций, достаточным для решения поставленных задач.

2 СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ

Платформа, движущаяся по изменяемой линии — следящая система, так как стремится скорректировать свое движение относительно линии.

Управление платформой обеспечивается разностью хода колес, благодаря этому осуществляется поворот. Реже в качестве управляющего воздействия применяется поворот колес. В данной работе не рационально применять этот способ, ввиду отличия индивидуальных характеристик двигателей. Точность определяется ошибкой, которой в данном случае является расстояние до границы линии. Для обеспечения необходимой точности применяются различные виды регуляторов.

Для обеспечения наибольшей точности используются регуляторы, основанные на определенных законах регулирования. Обычно, для задач слежения за линией используют ПИД-регулятор. ПИД-регулятор состоит из трех частей: пропорциональная, интегральная и дифференциальная. Пропорциональная составляющая ПИД-регулятора реагирует на мгновенную ошибку регулирования. Интегральная составляющая включает в себя накопленную ошибку регулирования, обеспечивающую дополнительную скорость достижения заданной величины. Дифференциальная составляющая зависит от скорости изменения ошибки и защищает от скачков от заданной величины.

На основе ПИД-регулятора можно реализовать его частные случаи, например, П-регулятор, ПИ-регулятор, ПД регулятор.

П-регулятор изменяет управляющее воздействие пропорционально ошибке. Однако данный регулятор никогда не стабилизируется на значении из-за инерционности системы. Для устранения статической ошибки используется ПИ-регулятор, который формирует управляющее воздействие пропорциональное ошибке и сумме предыдущих ошибок, что в свою очередь обеспечивает заданную стабилизацию. ПД регулятор применяется для прогнозирования направления и величины ошибки.

Так же применяются и другие регуляторы, например ПИДД-регулятор, который компенсирует инерционность управляемого объекта.

В нашем проекте используются коллекторные двигатели постоянного тока, скоростью которых можно управлять. Для этой цели используется рези-

стивные и импульсные регуляторы. Резистивный регулятор представляет собой переменный резистор, который управляется исполнительным механизмом и преобразует избыточную мощность в тепло. Импульсный регулятор использует ШИМ, благодаря этому обеспечивается более высокий КПД. Исходя из высокого КПД и быстрой реакции на задающее воздействие, в данной работе для регулирования двигателей применен импульсный регулятор.

3 ВЫБОР МИКРОКОНТРОЛЛЕРА

Существует множество микроконтроллеров и микропроцессорных устройств, предназначенных для программирования аппаратных средств, таких как: Parallax Basic Stamp, Netmedia's BX-24, Phidgets, MIT's Handyboard, Arduino, Lobot, Freeduino, Robotale и многие другие. Данные устройства предлагают пользователю похожую функциональность и предоставляют удобный интерфейс для их программирования. В данной работе будем использовать Arduino. Arduino заметно упрощает работу с микроконтроллерами и предоставляет целый ряд преимуществ:

Стоимость. Платы Arduino имеют более низкую стоимость. По сравнению со схожими аппаратными платформами, Arduino может быть приобретена в сборе или собрана пользователем вручную.

Кроссплатформенность. Программное обеспечение Arduino может работать почти на всех операционных системах: Macintosh, Windows, OSX и Linux.

Простая, понятная и удобная для освоения среда программирования. Среда программирования Arduino является универсальной, она простая и понятная для начинающих пользователей и достаточно гибкая для уже продвинутых программистов.

Программное обеспечение Arduino расширяемое и имеет открытый исходный код, который можно изменить или дополнить. Также расширить возможности языка программирования можно, используя библиотеки C++.

Расширяемое открытое аппаратное обеспечение. Устройства Arduino построены на базе микроконтроллеров Atmel, ATmega8 и ATmega168. Эти микроконтроллеры позволяют инженерам и разработчикам создавать свои прототипы устройств на базе существующих.

Arduino является эффективным средством для разработки электронных устройств. Arduino — простая плата с микроконтроллером, включающая в себя специальную среду разработки, для написания программного обеспечения. Устройства на базе Arduino могут использоваться для управления различными исполнительными устройствами.

Arduino — это серия плат ввода-вывода. Плата имеет аналоговые и цифровые порты, к которым можно подключать различные устройства (DIY-компоненты): светодиоды, датчики, кнопки, моторы, приводы и т.д

Внешний вид аппаратной платформы представлен на рисунке 2.

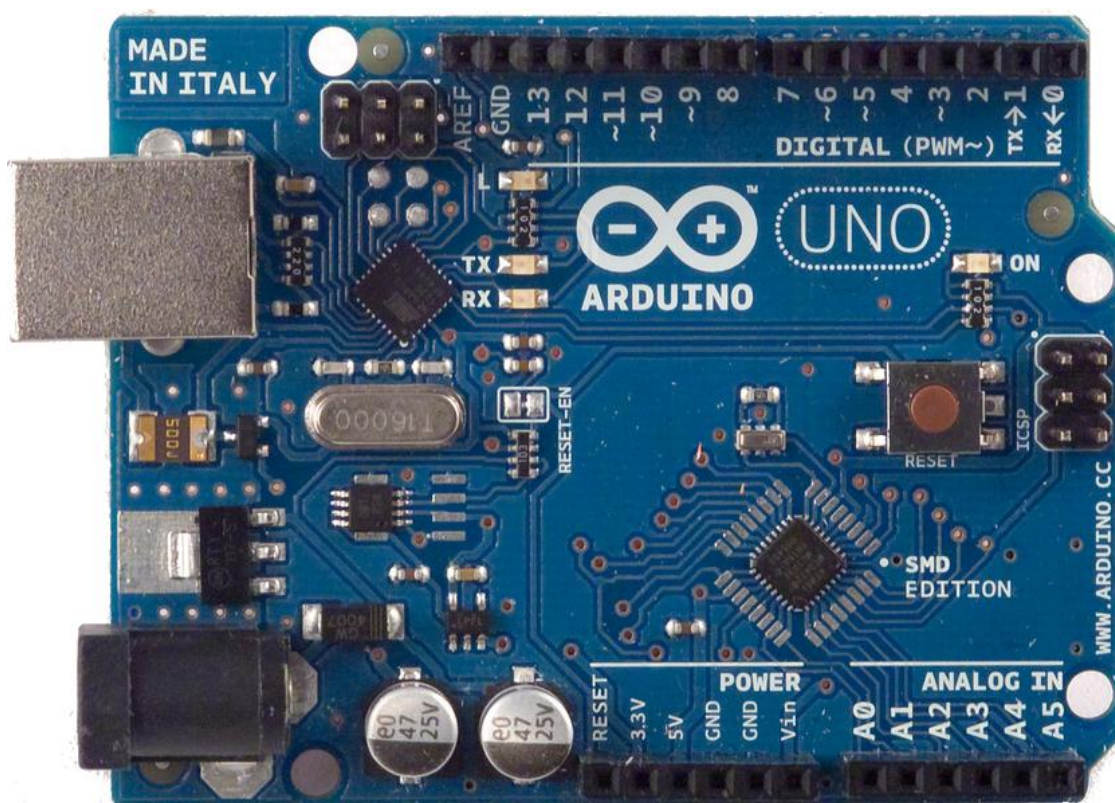


Рисунок 2 — внешний вид Arduino UNO

Характеристики платформы Arduino UNO:

- микроконтроллер — ATmega328;
- рабочее напряжение — 5В;

- рекомендуемое входное напряжение — 7-12 В;
- минимальное входное напряжение — 6 В;
- максимальное входное напряжение — 20 В;
- 6 аналоговых входов с разрешением 10 бит;
- выходной ток — 40 мА; частота встроенного тактового генератора — 16 МГц ;
- flash-памяти — 32Кб (0.5 Кб из них заняты встроенным загрузчиком);
- оперативная память — 2 Кб;
- 14 цифровых входов/выходов (6 из них поддерживают ШИМ).

Каждый цифровой вывод может быть назначен как выход или вход 2. Используя функцию `digitalWrite()`, выходы 3, 5, 6, 9, 10, 11 могут обеспечить ШИМ с разрешением 8 бит.

Платформа содержит встроенный загрузчик, который позволяет программировать микроконтроллер без использования сторонних программаторов. Программирование происходит в среде разработки Arduino. Среда включает в себя текстовый редактор, окно вывода текста, область сообщений, панель инструментов, содержащей кнопки часто используемых команд и ряд меню. Язык программирования основан на языках C и C++. Связь с компьютером осуществляется через виртуальный COM порт посредством USB.

4 ВЫБОР ПЛАТФОРМЫ

Колесную платформу робота можно реализовать несколькими способами: платформа может быть трех или четырех колесной. Поворот тележки может осуществляться либо за счет разницы в скорости ведущих колес, либо рулевой узел будет на другой оси. Выберем трехколесную платформу со стабилизирующим колесом на задней части платформы, поворот робота будет осуществляться внесением разницы скоростей вращения колес. Так как данный способ реализовать проще и в данной работе этого решения достаточно.

5 ВЫБОР ДВИГАТЕЛЯ

Существуют разные типы двигателей: шаговый, сервопривод, коллекторный двигатель.

Шаговый электродвигатель:

Шаговый электродвигатель является синхронным бесщёточным электродвигателем с несколькими обмотками, в котором ток, подаваемый в одну из обмоток статора, вызывает фиксацию ротора. Шаги, угловые перемещения ротора, вызваны последовательной активацией обмоток двигателя.

Главное отличие между этим двигателем и всеми остальными типами двигателей состоит в способе, благодаря которому происходит вращение. В отличие от других моторов, шаговые двигатели вращаются НЕ непрерывно! Вместо этого, они вращаются шагами (отсюда и их название). Каждый шаг представляет собой часть полного оборота. Эта часть зависит, в основном, от механического устройства мотора и от выбранного способа управления им. Шаговые двигатели также различаются способами питания. В отличие от двигателей переменного или постоянного тока, обычно они управляются импульсами. Каждый импульс преобразуется в градус, на который происходит вращение. Например, 1.8° шаговый двигатель, поворачивает свой вал на 1.8° при каждом поступающем импульсе. Часто, из-за этой характеристики, шаговые двигатели еще называют цифровыми.

Преимущества:

Главным преимуществом шаговых приводов является их точность. В момент подачи потенциала на обмотки шагового двигателя, он повернется строго на определенный угол. Достоинством является стоимость шаговых приводов, в среднем они в 1,5-2 раза дешевле сервоприводов. Шаговый привод, в качестве недорогой альтернативы сервоприводу, наилучшим образом подойдет для автоматизации отдельных узлов и систем, где не требуется высокая динамика.

Недостатки:

Проскальзывание ротора — наиболее распространенная проблема шаговых двигателей. Это может произойти, если превышена нагрузка на валу, если неверно настроена управляющая программа (например, ускорение старта или торможения не адекватно перемещаемой массе), если скорость вращения приближается к резонансной. Датчика позволяет только обнаружить проблему. Только в очень редких случаях возможно автоматически скомпенсировать ошибку, без остановки производственной программы. Одним из способов избежать проскальзывания ротора является увеличение мощности двигателя.

Сервопривод

Сервопривод — привод, управляемый через отрицательную обратную связь, которая позволяет точно управлять параметрами движения.

Сервопривод, получая на вход значение управляющего параметра, стремится создать и поддерживать это значение на выходе исполнительного элемента.

Коллекторный электродвигатель — электрическая машина, в которой датчиком положения ротора и переключателем тока в обмотках является одно и то же устройство — щёточно-коллекторный узел.

Данные двигатели состоят из:

- трёхполюсного ротора на подшипниках скольжения;
- коллекторного узла из двух щёток — медных пластин;
- двухполюсного статора из постоянных магнитов.

Самые маленькие двигатели данного типа применяются, в основном, в детских игрушках (рабочее напряжение 3-9 вольт).

В качестве двигателей используются коллекторные двигатели постоянного тока. Двигатели это типа являются наиболее распространенными и

дешевыми. Коллекторные двигатели применяются для задач, не требующих больших мощностей.

Коллекторный двигатель постоянного тока позволяет точно управлять процессом движения автоматизированной платформы, благодаря тому, что имеет высокий момент на низких оборотах и обеспечивает быстрый отклик на изменение напряжения. К недостаткам относится то, что с течением времени двигатель теряет свои характеристики вследствие размагничивания, но в рамках данного исследования можно пренебречь этим недостатком, т.к. время выполнения проекта мало.

Схематическое устройство коллекторного двигателя постоянного тока представлено на рисунке 3.

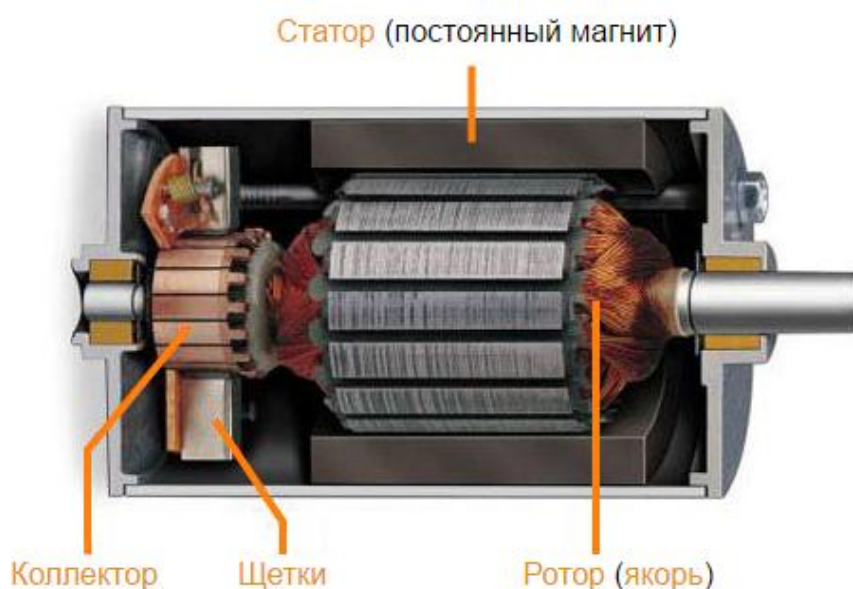


Рисунок 3 — устройство коллекторного двигателя

Составные части двигателя:

- ротор (якорь) — часть двигателя, которая вращается и индуцирует электродвижущую силу;
- статор (индуктор) — неподвижная часть двигателя, создающая магнитный поток, который создает момент и включает постоянные магниты;
- щетки — это та часть цепи, по которой от источника питания электрический ток передается якорю;
- коллектор — соприкасающаяся со щетками часть двигателя.

Принцип действия коллекторного двигателя заключается в следующем: ротор начинает вращаться в магнитном поле, благодаря тому, что помещен между двумя полюсами магнита. Ток от источника питания поступает на щетки. Щетки, в свою очередь, соприкасаются с коллектором, передающим ток к ротору. Щетки через каждые пол-оборота непрерывно переключают ток в роторе, благодаря чему ротор непрерывно вращается в одном направлении, которое определяется направлением тока в роторе.

6 УПРАВЛЕНИЕ ДВИГАТЕЛЯМИ

Управлять двигателем напрямую при помощи Arduino нельзя, так как выходной ток выводов этой платформы слишком мал. Чтобы управлять коллекторными двигателями постоянного тока необходимо использовать контроллер Ardumoto Shield L298P, внешний вид контроллера на рисунке 4.

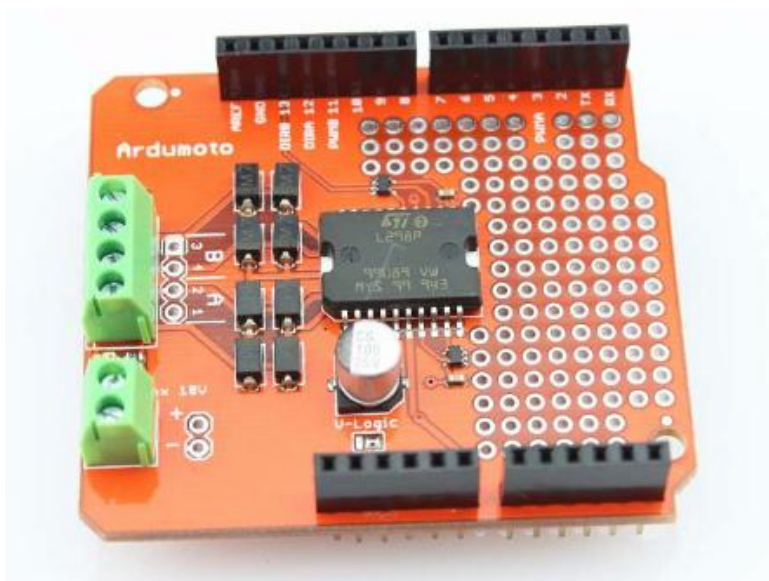


Рисунок 4 — внешний вид Ardumoto.

В контроллере используется двухканальный H-мост L298P, способный управлять двумя коллекторными двигателями постоянного тока независимо друг от друга при входном напряжении 5-18 В и максимальном токе 2 А на канал. Ardumoto управляет направлением и скоростью вращения двигателей.

Контроллер Ardumoto Shield L298P устанавливается поверх платформы Arduino UNO, контакты контроллера Ardumoto подключаются к соответ-

ствующим выводам Arduino. Внешние выводы контроллера Ardumoto соответствуют тем же выводам контроллера Arduino. Выводы 3, 11, 12, 13 зарезервированы контроллером и ответственны за управление скоростью и направлением вращения двигателей. Каждый из этих выводов ответственен за определенные функции:

- вывод 3 обозначен как PWM A и ответственен за контроль скорости вращения двигателя A;
- вывод 11 обозначен как PWM B и ответственен за контроль скорости вращения двигателя B;
- вывод 12 обозначен как DIR A и ответственен за направление вращения двигателя A;
- вывод 13 обозначен как DIR B и ответственен за направление вращения двигателя B.

На плате контроллера располагаются клеммы для подключения внешнего питания и туда же подключаются два двигателя постоянного тока. Рядом с клеммами для подключения двигателей находится по паре светодиодов, которые являются индикаторами направления и скорости вращения двигателей.

7 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов. Это важно для разработчиков,

которые должны представлять состояние и перспективы проводимых научных исследований.

Необходимо понимать, что коммерческая привлекательность научного исследования определяется не только превышением технических параметров над предыдущими разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сумеет найти ответы на такие вопросы – будет ли продукт востребован рынком, какова будет его цена, каков бюджет научного проекта, какой срок потребуется для выхода на рынок и т.д.

Таким образом, целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

7.1 ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ НТИ

Оценка перспективности разработанного в данной работе устройства может быть произведена по технологии QuaD. Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект. Показатели, используемые для оценки качества и перспективности новой разработки, подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации. Согласно технологии QuaD каждый из показателей оценивается экспертным путем по столбальной шкале, где 100 – наиболее сильная позиция, а 1 – наиболее слабая позиция. Для упрощения процедуры проведения QuaD оценка приведена в табличной форме, предоставленной в таблице 1.

Таблица 1 – Оценочная карта конкурентной технической разработки

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)x100
1	2	3	4	5	
Показатели оценки качества разработки					
1. Повышение производительности труда пользователя	0.07	95	100	0.95	6.65
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0.12	92	100	0.87	11.04
3. Помехоустойчивость	0.03	88	100	0.9	2.64
4. Энергоэкономичность	0.11	92	100	0.9	10.12
5. Надежность	0.06	97	100	0.97	5.82
6. Уровень шума	0.03	75	100	0.8	2.25
7. Безопасность	0.01	85	100	0.8	0.85
8. Потребность в ресурсах памяти	0.02	75	100	0.75	1.5
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0.04	80	100	0.85	3.2
10. Простота эксплуатации	0.04	98	100	0.98	3.92
11. Качество интеллектуального интерфейса	0.05	96	100	0.96	4.8
12. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0.06	100	100	1	6

Продолжение таблицы 1

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)x100
1	2	3	4	5	
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
1. Конкурентоспособность продукта	0.04	90	100	0.9	3.6
2. Уровень проникновения на рынок	0.04	70	100	0.7	2.8
3. Цена	0.1	82	100	0.65	8.2
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0.07	95	100	0.95	6.65
5. Послепродажное обслуживание	0.03	90	100	0.9	2.7
6. Финансирование научной разработки	0.05	78	100	0.78	3.9
7. Срок выхода на рынок	0.03	71	100	0.71	2.13
8. Наличие сертификации разработки	0.04	80	100	0.8	3.2
Итого	1				91.97

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле (15).

$$P_{cp} = \sum V_i \cdot B_i = 0.07 \cdot 95 + 0.12 \cdot 92 + \dots + 0.04 \cdot 80 = 91.97, \quad (15)$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности конкурентной технической разработки;

V_i – вес i -го показателя;

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Значение P_{cp} получилось равным 91.41, что говорит о том, что данная разработка является перспективной.

7.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗМОЖНЫХ АЛЬТЕРНАТИВ ПРОВЕДЕНИЯ НТИ

Определение возможных альтернатив разработанному устройству произведено согласно с морфологическим подходом. Морфологический подход основан на систематическом исследовании всех теоретически возможных вариантов, вытекающих из закономерностей строения (морфологии) объекта исследования. Синтез охватывает как известные, так и новые, необычные варианты, которые при простом переборе могли быть упущены. Путем комбинирования вариантов получают большое количество различных решений, ряд которых представляет практический интерес.

Морфологическая матрица для разработанного устройства предоставлена в таблице 2.

Таблица 2 – Морфологическая матрица для колесного робота

	1	2	3
А. Аппаратная платформа	Arduino UNO	Raspberry PI	Без микроконтроллера
Б. Датчик	Датчик линии	Камера	Без датчика
В. Двигатели	Коллекторные двигатели постоянного тока	Вентильные двигатели	Без двигателей
Г. Питание платы	Литий-полимерный аккумулятор	Питание от USB	Без питания
Д. Управление	Аналоговое	Дискретное	

Возможные варианты решения поставленной проблемы с позиции ее функционального содержания и ресурсосбережения:

A1B1B1Г1Д1 – аппаратная платформа Arduino UNO; датчик линии; коллекторные двигатели постоянного тока; питание платы при помощи литий-полимерного аккумулятора; аналоговое управление.

A2B2B2Г1Д1 – аппаратная платформа Raspberry PI; камера в качестве линии; вентильные двигатели; питание платы при помощи литий-полимерного аккумулятора; аналоговое управление.

A1B1B1Г2Д2 – аппаратная платформа Arduino UNO; датчик линии; коллекторные двигатели постоянного тока; питание платы при помощи USB; дискретное управление.

В данном исследовании рациональней использовать аппаратную платформу Arduino UNO из соображений экономичности и достаточной и необходимой функциональности. Датчик линии, в отличие от камеры, позволяет получить конкретные данные без необходимости дополнительной обработки. Коллекторные двигатели постоянного тока более просты в управлении и их стоимость на порядок ниже по сравнению с вентильными двигателями. Литий-полимерный аккумулятор обеспечивает необходимую автономность и мобильность. Аналоговое управление позволяет в полной мере использовать потенциал аппаратной части и датчиков и обеспечивает более точное позиционирование колесного робота.

7.3 ПЛАНИРОВАНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ

7.3.1 СТРУКТУРА РАБОТ В РАМКАХ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Планирование комплекса предполагаемых работ по разработке автоматизированной системы пространственного позиционирования колесного робота организовано в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения данного научного исследования была сформирована рабочая группа, в состав которой входит научный сотрудник и студент – дипломник. По каждому виду запланированных работ были установлены соответствующие должности исполнителей.

Перечень работ и этапов в рамках проведения научного проекта и распределение исполнителей по видам работ представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент
	3	Выбор способа решения задачи	Руководитель, студент
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Разработка структурной (принципальной) схемы устройства	Руководитель, студент
	6	Выбор компонентов устройства	Руководитель, студент
	7	Разработка датчиков	Студент
	8	Сборка устройства	Студент
	9	Оптимизация аппаратной части	Студент
	10	Оптимизация программной части	Студент
	11	Тестирование устройства	Руководитель, студент
Обобщение и оценка результатов	12	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель
<i>Проведение ОКР</i>			
Разработка технической документации и проектирование	13	Технико-экономические расчеты	Студент
	14	Вопросы безопасности и экологичности проекта	Студент
	15	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Студент

7.3.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

Определение трудоемкости работ каждого из участников исследования может считаться крайне важным моментом, так как трудовые затраты по большей части образуют основную часть стоимости разработки.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит

от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожi}$ используется формула (15).

$$t_{ожi} = \frac{3t_{мини} + 2t_{макси}}{5}, \quad (15)$$

где $t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{мини}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{макси}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Для выполнения перечисленных в таблице работ требуются специалисты: студент, научный руководитель. Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, по формуле (16) определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (16)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

7.3.3 РАЗРАБОТКА ГРАФИКА ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Наиболее удобным и наглядным построением графика проведения научного исследования является диаграмма Ганта, которая представляет собой горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме пред-

ставляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения научных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться формулой (17).

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (17)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по формуле (18).

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (18)$$

где $T_{\text{кал}}$ – календарные дни ($T_{\text{кал}} = 365$);

$T_{\text{вых}}$ – выходные дни ($T_{\text{вых}} = 116$);

$T_{\text{пр}}$ – праздничные дни ($T_{\text{пр}} = 14$).

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа. Все рассчитанные значения сведены в таблицу 4.

Пример расчета (составление и утверждение технического задания) предоставлен в формулах (19), (20), (21) и (22).

$$t_{\text{ож}} = \frac{3 \cdot t_{\text{min}} + 2 \cdot t_{\text{max}}}{5} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 2}{5} = 1,4 \approx 2 \text{ чел} - \text{дней}; \quad (19)$$

$$T_p = \frac{t_{\text{ож}}}{\text{Ч}} = \frac{2}{1} = 2 \text{ дня}; \quad (20)$$

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 116 - 14} = 1,553; \quad (21)$$

$$T_k = T_p \cdot k_{\text{кал}} = 2 \cdot 1,553 = 3,106 \approx 4 \text{ дня}. \quad (22)$$

Таблица 4 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ожсi}$, чел-дни		Руководитель	Студент	Руководитель	Студент
	Руководитель	Студент	Руководитель	Студент	Руководитель	Студент				
Составление и утверждение технического задания	1		2		2		2		4	
Подбор и изучение материалов по теме		5		8		7		7		11
Выбор способа решения задачи	3	3	4	4	4	4	4	4	7	7
Календарное планирование работ по теме	3		5		4		4		7	
Разработка структурной (принципиальной) схемы устройства	4	4	9	9	6	6	6	6	10	10
Выбор компонентов устройства	4	4	9	6	6	5	6	5	10	8
Разработка датчиков		2		4		8		8		12
Сборка устройства		2		4		3		3		5
Оптимизация аппаратной части	3		6		5		5		8	
Оптимизация программной части		4		8		6		6		10
Тестирование устройства	5	5	8	8	7	7	7	7	11	11
Оценка эффективности полученных результатов	2		3		3		3		5	
Технико-экономические расчеты		3		7		5		5		8
Вопросы безопасности и экологичности проекта		3		7		5		5		8
Составление пояснительной записки		1		3		2		2		4

Следующим этапом является построение календарного плана-графика на основании данных в таблице 4. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени выполнения научно-технического исследования. При этом работы на графике выделяем

различной штриховкой в зависимости от исполнителей. Штриховкой для научного руководителя и сплошным цветом для студента. Календарный план-график приведен в таблице 5.

Таблица 5 – Календарный план-график проведения НИОКР

№ работ	Вид работ	Исполнители	T_{ki} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ													
				фев.		март			апрель			май			июнь		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	4														
2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент	11														
3	Выбор способа решения задачи	Руководитель, студент	7														
4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель	7														
5	Разработка структурной (принципиальной) схемы устройства	Руководитель, студент	10														
6	Выбор компонентов устройства	Руководитель, студент	8														
7	Разработка датчиков	Студент	12														
8	Сборка устройства	Студент	5														
9	Оптимизация аппаратной части	Студент	3														
10	Оптимизация программной части	Студент	10														
11	Тестирование устройства	Руководитель, студент	11														

Продолжение таблицы 5

12	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	2	
13	Технико-экономические расчеты	Студент	8	
14	Вопросы безопасности и экологичности проекта	Студент	8	
15	Составление пояснительной записки	Студент	4	
	Общее время на проект		111	
	Время работы студента		98	
	Время работы руководителя		49	

7.3.4 БЮДЖЕТ НТИ

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

РАСЧЕТ МАТЕРИАЛЬНЫХ ЗАТРАТ НТИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта:

- приобретаемые со стороны сырье и материалы, необходимые для создания научно-технической продукции;
- покупные материалы, используемые в процессе создания научно-технической продукции для обеспечения нормального технологического процесса и для упаковки продукции или расходуемых на другие производственные и хозяйственные нужды (проведение испытаний, контроль, содержание, ремонт и эксплуатация оборудования, зданий, сооружений, других основных средств и прочее), а также запасные части для ремонта оборудования, износа инструментов, приспособлений, инвентаря, приборов, лабораторного оборудования и других средств труда, не относимых к основным средствам, износ спецодежды и других малоценных и быстроизнашивающихся предметов;
- покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, подвергающиеся в дальнейшем монтажу или дополнительной обработке;
- сырье и материалы, покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, используемые в качестве объектов исследований (испытаний) и для эксплуатации, технического обслуживания и ремонта изделий – объектов испытаний (исследований).

В материальные затраты, помимо вышеуказанных, включаются дополнительно затраты на канцелярские принадлежности, диски, картриджи и т.п. Однако их учет ведется в данной статье только в том случае, если в научной организации их не включают в расходы на использование оборудования или накладные расходы. В первом случае на них определяются соответствующие нормы расхода от установленной базы. Во втором случае их величина учитывается как некая доля в коэффициенте накладных расходов. Расчет материальных затрат осуществляется по формуле (24).

$$Z_m = (1 + k_T) \times \sum_{i=1}^m \Pi_i \times N_{расх\ i}, \quad (24)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

$Ц_i$ – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Величина коэффициента k_T , отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов.

В таблице 6 представлены данные о материальных затратах:

Таблица 6 – Материальные затраты

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Количество	Сумма, руб.
Платформа Arduino UNO	1000	1	1000
Контроллер Ardumoto L298P	900	1	900
Фотодиод	50	2	100
ИК-диод	30	2	60
Плата расширения	100	1	100
Набор гибких проводников	200	1	200
Li-Po аккумулятор	2400	1	2400
Итого:			4760

РАСЧЕТ ЗАТРАТ НА СПЕЦИАЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НАУЧНЫХ (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ) РАБОТ:

В данную статью включаются все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене.

При приобретении спецоборудования необходимо учесть затраты по его доставке и монтажу в размере 15% от его цены. Стоимость оборудования, используемого при выполнении конкретного НТИ и имеющегося в данной научно-технической организации, учитывается в калькуляции в виде амортизационных отчислений.

Все расчеты по приобретению спецоборудования и оборудования, имеющегося в организации, но используемого в данной работе, приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

Наименование	Цена за ед., руб.	Количество	Сумма, руб.
Паяльная станция	12000	1	12000
Персональный компьютер	20000	1	15000
Мультиметр	1500	1	1500
Итого:			18500

ОСНОВНАЯ ЗАРАБОТНАЯ ПЛАТА ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ ТЕМЫ

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле (25).

$$\text{Дневная з/плата} = \frac{\text{Месячный оклад}}{25,17 \text{ дней}}, \quad (25)$$

Расчеты затрат на основную заработную плату приведены в **Ошибка! источник ссылки не найден.**таблице 8. При расчете учитывалось, что в году 302 рабочих дня и, следовательно, в месяце 25,17 рабочих дня. Также был

принят во внимание коэффициент $K = K_{IP} \times K_{PK}$, который учитывает коэффициент по премиям $K_{IP} = 0,3$ и районный коэффициент $K_{PK} = 0,3$.

В таблице 8 представлены затраты на основную заработную плату.

Таблица 8 – Затраты на основную заработную плату

Исполнитель	Оклад руб/мес.	Среднедневная ставка, руб./день	Затраты времени, дни	Коэф- фици- ент	Фонд з/п, руб.
Научный ру- ководитель	30000	1191.89	49	1.69	98700.41
Студент	15000	595.95	98	1.69	98701.23
Итого:					197401.64

ОТЧИСЛЕНИЯ ВО ВНЕБЮДЖЕТНЫЕ ФОНДЫ

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из формулы (26).

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \times (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (26)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2014 г. в соответствии с Федеральным закона от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27.1%.

В таблице 9 представлены данные об отчислениях во внебюджетные фонды.

Таблица 9 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	98700,41	–
Студент	98701,23	–
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	$k_{\text{внеб}} = 27,1\%$	
Итого:	53495.84	

НАКЛАДНЫЕ РАСХОДЫ

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по формуле (27).

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \times k_{\text{нр}}, \quad (27)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%. Расчет накладных расходов предоставлен в формуле (28).

$$Z_{\text{накл}} = (53495.84 + 197401.64 + 18500 + 4760) \cdot 0.16 = 43865.09. \quad (28)$$

ФОРМИРОВАНИЕ БЮДЖЕТА ЗАТРАТ НТИ

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 10.

Таблица 10 – Расчёт бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
Материальные затраты НТИ	4760
Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	18500
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	197401.64
Отчисления во внебюджетные фонды	53495.84
Накладные расходы	43865.09
Бюджет затрат НТИ	318021.94

7.4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТА

Финансовую эффективность проекта можно оценить при помощи интегрального финансового показателя (29).

$$I_{фин}^{исп.i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}, \quad (29)$$

где $I_{фин}^{исп.i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Расчёт интегрального финансового показателя приведен в таблице 11. В качестве конкурентных технических решений использованы варианты предоставленные в разделе 4.2.

Таблица 11 – Расчёт интегрального финансового показателя конкурентных технических решений

Вариант схемы	Φ_{max} , руб.	Φ_{pi} , руб.	$I_{фин}^{исп.i}$, о.е.
A1B1B1Г1Д1	11500	4760	0.414
A2B2B2Г1Д1		11500	1.000
A1B1B1Г2Д2		2760	0.240

Третий вариант имеет наименьший интегральный показатель среди трёх конкурентных технических решений, но в то же время имеет недостаточную функциональность.

Определение ресурсоэффективности различных технических решений можно оценить с помощью интегрального критерия ресурсоэффективности выраженного формулой (30).

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (30)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент разработки;

b_i – балльная оценка разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Расчёт интегрального показателя ресурсоэффективности различных технических решений предоставлен в таблице 12.

Таблица 12 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	A1B1V1Г1Д1	A2B2V2Г1Д1	A1B1V1Г2Д2
1. Надежность	0.2	5	3	5
2. Цена	0.3	4	2	5
3. Функциональность	0.4	4	5	2
4. Энергосбережение	0.1	5	2	5
Итого:	1.00	4.2	3.4	3.8

Показатель ресурсоэффективности варианта A1B1V1Г1Д1 имеет достаточно высокое значение, что говорит об эффективности использования данного технического решения.

8 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

АННОТАЦИЯ

Представление понятия «Социальная ответственность» сформулировано в международном стандарте (МС) IS CSR-08260008000: 2011 «Социальная ответственность организации».

В соответствии с МС - Социальная ответственность - ответственность организации за воздействие ее решений и деятельности на общество и окружающую среду через прозрачное и этическое поведение, которое:

- содействует устойчивому развитию, включая здоровье и благосостояние общества;
- учитывает ожидания заинтересованных сторон;
- соответствует применяемому законодательству и согласуется с международными нормами поведения (включая промышленную безопасность и условия труда, экологическую безопасность);
- интегрировано в деятельность всей организации и применяется во всех ее взаимоотношениях (включая промышленную безопасность и условия труда, экологическую безопасность).

ВВЕДЕНИЕ

В данной работе представлена разработка устройства, реализующего автоматизированное пространственное позиционирование колесного робота. Управление осуществляется посредством аппаратно-вычислительной платформы Arduino UNO совместно с контроллером Ardumoto L298P. Робот оборудован двумя коллекторными двигателями постоянного тока, питание которых осуществляется при помощи литий-полимерной аккумуляторной батареи. Разработка программной и аппаратной частей устройства проходит в аудитории 10-го корпуса ТПУ. Данная разработка может быть применена на производстве для автоматической стабилизации колесных роботов с целью предотвращения аварийных ситуаций.

8.1 ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

При разработке устройства могут возникнуть вредные и опасные факторы. Используя ГОСТ 12.0.003-74 [6], можно выделить ряд факторов, приведенных в Таблица 3. Так же приведены источники факторов и нормативные документы, регламентирующие действие каждого фактора.

Таблица 13 – Опасные и вредные факторы при разработке устройства

Источник фактора	Факторы		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1. Наладка программной части за персональным компьютером 2. Сборка и тестирование устройства	1. Отклонение показателей микроклимата 2. Шум 3. Искусственная освещенность 4. Электромагнитное излучение	1. Опасный уровень напряжения электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	1. СанПиН 2.2.4.548–96 [2] 2. СН 2.2.4/2.1.8.562–96 [3] 3. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [4] 4. СНиП 23-05-95 [5] 5. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 [6] 6. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 [7] 7. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ [8] 8. СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03[13]

8.1.1 МИКРОКЛИМАТ

Микроклимат производственных помещений - это климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха. Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [13] работа инженера-программиста относится к категории легких работ (А1). Категория А1 относится к работам с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением.

В соответствии с СанПиН 2.2.4.548–96, показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

- температура воздуха;
- температура поверхностей;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового облучения.

Оптимальный микроклимат на рабочем месте обеспечивает ощущение теплового комфорта в течение работы при минимальном напряжении механизмов терморегуляции человека, не вызывает отклонений состояния здоровья, обеспечивает условия для высокого уровня работоспособности и является предпочтительным на рабочем месте.

Допустимые значения показателей микроклимата для категории А1 приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Допустимые значения показателей микроклимата по СанПиН 2.2.4.548–96 и СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03

года	Период	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
	Холодный	22-24	21-25	60-40	0,1
	Теплый	23-25	22-26	60-40	0,1

Допустимые значения показателей обеспечиваются с помощью систем отопления, вентиляции и кондиционирования.

Вентиляция может осуществляться естественным и механическим путем. В помещения, оснащенные персональными компьютерами, должны подаваться достаточные объемы свежего воздуха, нормы которых приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Нормы подачи свежего воздуха по СанПиН 2.2.4.548–96

Характеристика помещения	Объемный расход подаваемого в помещение, свежего воздуха м³ /на одного человека в час
объем до 20 м ³ на человека	Не менее 30
объем 20...40 м ³ на	Не менее 20
более 40 м ³ на человека	Естественная вентиляция

Разработка устройства происходит в помещении, в котором имеется естественная вентиляция, при которой воздух поступает и удаляется через окна, двери и щели. При таком типе вентиляции воздух, поступающий в помещение, не проходит предварительную очистку и нагрев. В рассматриваемом помещении не выполняется требование относительно объема воздуха на одного человека, поэтому необходимо применение механической вентиляции.

8.1.2 ШУМ

В конструкции устройства применяются коллекторные двигатели постоянного тока, которые имеют высокий уровень шума. Так же увеличению уровня шума способствует активная система охлаждения персональных компьютеров.

Шум является важным фактором, влияющим на организм человека и на качество выполняемой им работы. В соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.562–96 [8] и СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 [13] уровень шума на рабочем месте, оборудованном персональным компьютером, не должен превышать 50 дБ. Уровень шума системы охлаждения используемого персонального компьютера в целом соответствует нормам и составляет 30 дБ. В то же время уровень шума используемых в устройстве коллекторных двигателей постоянного тока доходит до 60 дБ, что не соответствует нормам.

Снизить уровень шума можно при помощи звукопоглощающих материалов, предназначенных для отделки стен и потолка помещений. Дополнительный звукопоглощающий эффект создается за счет использования занавесок из плотной ткани. Также уровень шума может быть снижен путем очистки или замены системы охлаждения персонального компьютера.

8.1.3 ОСВЕЩЕННОСТЬ

Требования к освещению рабочих мест, оборудованных персональными компьютерами, определяются характером зрительной работы сотрудников [9]. Особенность таких рабочих мест заключается в необходимости одновременной работы с разными информационными носителями: на бумаге и на экране монитора. Экранное изображение в отличие от бумажного является светящимся, что оказывает воздействие на зрительную работоспособность и утомляемость. Дополнительной нагрузкой на органы зрения служит необходимость постоянной адаптации при переносе взгляда с экрана монитора на бумажный носитель.

Сложные зрительные задачи часто сочетаются с необходимостью анализа поступающей информации, принятием решением в условиях с ограничением по времени и недопустимости ошибок, что приводит к психофизическому и эмоциональному напряжению человека. Основной причиной физического дискомфорта у сотрудников, работающих за персональным компьютером, являются неоптимальные условия рабочего места, значительную роль в этом играет освещение.

Освещение помещений с персональными компьютерами характеризуется следующими требованиями:

- обеспечение необходимых уровней освещенности в горизонтальной плоскости в зоне бумажного носителя и клавиатуры;
- исключение засветки изображение на экране монитора путем ограничения освещенности вертикальной плоскости экрана монитора;

- обеспечение надлежащего распределения яркости в центральном поле зрения пользователя;

- снижение прямой и отраженной блескости;
- ограничение глубины пульсации освещенности.

Требования к освещению рабочих мест, оборудованных персональными компьютерами, изложены в документах: СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [9], СНиП 23-05-95 [10] и СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 [11].

Для общего освещения помещений следует использовать лампы со световой отдачей не менее 55 лм/Вт. Для освещения помещений, оборудованных персональными компьютерами, следует применять систему общего освещения. Также допускается применение комбинированного освещения с целью дополнительного освещения бумажного носителя при исключении за светки от экрана монитора.

В таблице 16 приведены нормативные значения освещенности в горизонтальной плоскости.

Таблица 16 – Нормативные значения освещенности в горизонтальной плоскости по СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03

Характер текста на бумажном носителе	Освещенность при системе освещения		
	Общее освещение, лк	Комбинированное освещение	
		Всего, лк	От общего, лк
Шрифт с высотой буквы менее 1,5 мм и средним контрастом	500	600	400
Шрифт с высотой буквы менее 1,5 мм и большим контрастом	400	500	300
Шрифт с высотой буквы менее 1,5 мм	300	400	200

Освещенность нормируется в точках ее минимального значения на рабочей поверхности. Изменение освещенности в сторону увеличения считается допустимым. Из таблицы 16 следует, что за норму может быть принято любое значение не менее 300 лк.

Освещенность, обеспечиваемая осветительными приборами, соответствует нормам, если ее значение отвечает критериям, представленным в таблице 17.

Таблица 17 – Критерии оценки уровня освещенности по СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03

Условия измерения	Критерии оценки
При приеме к эксплуатации	$E_{\text{изм}} = 0,9E_{\text{н}}K_3$
В процессе эксплуатации без предварительной подготовки	$E_{\text{изм}} = E_{\text{н}}$

Где $E_{\text{изм}}$ - измеренное значение освещенности, $E_{\text{н}}$ - нормативное значение освещенности, K_3 - коэффициент запаса, который учитывает старение и загрязнение ламп и светильников.

При наличии пульсации освещенности от осветительных установок утомляемость зрения и организма возрастает. Поэтому в соответствии с СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 коэффициент пульсации освещенности не должен превышать 5%.

Для искусственного освещения следует применять осветительные приборы, имеющие повышенный защитный угол:

- защитный угол для светильников общего назначения должен составлять 30-40°;
- для местного освещения необходимо применять светильники, имеющие непросвечивающие отражатели и защитный угол не менее 40°.

8.1.4 ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ИЗЛУЧЕНИЯ

Основным источником электромагнитных излучений при разработке устройства является персональный компьютер. Электромагнитное поле, которое создается персональным компьютером, имеет сложный спектральный состав в диапазоне частот от 0 Гц до 1000 МГц.

Требования к допустимым уровням электромагнитных излучений и времени воздействия на человека, изложены в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [9] и СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 [12].

Допустимые уровни напряженности электромагнитного поля персонального компьютера в соответствии с СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Допустимые уровни напряженности электромагнитных полей по СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03

Параметры воздействия, частота излучения	Допустимые значения
Статическое поле	20 000 В/м
На расстоянии 50 см вокруг - диапазон частот 5 Гц – 2кГц - диапазон частот 2 – 400 кГц	25 В/м 2,5 В/м
Переменное поле на расстоянии 50 см вокруг	0,25 А/м
Магнитная индукция не более - диапазон частот 5 Гц – 2кГц - диапазон частот 2 – 400 кГц	250 нТл 25 нТл
Поверхностный электростатический потенциал не более	500 В

Согласно СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 энергетическая экспозиция электромагнитного излучения в диапазоне частот 30 кГц - 300 МГц определяется как произведение квадрата напряженности электрического или магнитного поля на время воздействия на человека. Энергетическая экспозиция за рабочий день не должна превышать значений, указанных в таблице 19.

Таблица 19 – предельно допустимые значения энергетической экспозиции по СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96

частот	Диапазоны	Предельно допустимая энергетическая экспозиция	
		По электрической составляющей, $(В/м)^2 \times ч$	По магнитной составляющей, $(А/м)^2 \times ч$
	30 кГц - 3 МГц	20000,0	200,0
	3 - 30 МГц	7000,0	Не разработаны
	30 - 50 МГц	800,0	0,72
	50 - 300 МГц	800,0	Не разработаны

Длительное воздействие электромагнитного поля на организм человека может привести к дыхательной, нервной и сердечнососудистой систем, головным болям, утомляемости. Для обеспечения меньшего уровня электромагнитного излучение использован жидкокристаллический монитор. Необходимо чтобы компьютер был заземлен, а так же необходимо по возможности сокращать время работы за компьютером.

ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ

Электрический ток относится к категории опасных факторов. В помещении, где производится разработка устройства, присутствует большое количество аппаратуры, использующей однофазный электрический ток напряжением 220 В и частотой 50 Гц, в том числе персональный компьютер за которым происходит наладка программного обеспечения. Согласно ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ [13] и ПУЭ, по опасности электропоражения данное помещение относится к помещениям без повышенной опасности. Это обусловлено отсутствием высокой влажности, высокой температуры, токопроводящей пыли и возможности одновременного соприкосновения с заземленными предметами и металлическими корпусами оборудования. Во время нормального режима работы оборудования опасность электропоражения крайне мала, однако, возможны аварийные режимы работы, когда происходит случайное электрическое соединение частей оборудования, находящегося под напряжением с заземленными конструкциями.

Поражение человека электрическим током может произойти в следующих случаях:

- при прикосновении к токоведущим частям во время ремонта ПЭВМ;
- при однофазном (однополюсном) прикосновении незаземленного от земли человека к незаземленным токоведущим частям электроустановок, находящихся под напряжением;
- при прикосновении к нетоковедущим частям, находящимся под напряжением, то есть в случае нарушения изоляции;
- при соприкосновении с полом и стенами, оказавшимися под напряжением;
- при возможном коротком замыкании в высоковольтных блоках: блоке питания, блоке развертки монитора.

Мероприятия по устранению опасности поражения электрическим током сводятся к правильному размещению оборудования и применению технических средств защиты. К основным техническим средствам защиты от поражения электрическим током (ГОСТ IEC 61140-2012) относятся:

- изоляция токопроводящих частей;
- защитное заземление;
- зануление;
- защитное отключение;
- предупредительная сигнализация и блокировки.

Также рекомендуется проведение ряда организационных мероприятий (специальное обучение, аттестация и переаттестация лиц электротехнического персонала, инструктажи и т. д.).

8.2 ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Согласно ГОСТ 30772-2001 [14] к отходам относятся остатки продуктов или дополнительный продукт, образующиеся в процессе или по заверше-

нии определенной деятельности и не используемые в непосредственной связи с этой деятельностью.

В данной работе выявлены следующие источники загрязнения окружающей среды:

- литий-полимерная аккумуляторная батарея;
- коллекторные двигатели постоянного тока;
- лампы осветительных приборов.

Их составные части требуют специальной утилизации, поэтому эти источники загрязнения окружающей среды необходимо утилизировать по истечении срока службы. Нормативные документы по отходам *ГОСТ Р 53692-2009*.

Способы утилизации:

1. Захоронение отходов на полигонах. Сюда относятся

- Сортировка мусора
- Земляная засыпка

2. Естественные методы разложения . Сюда относится

- Компостирование

3. Термическая переработка . Сюда относится

- Сжигание
- Низкотемпературный пиролиз,
- Высокотемпературный пиролиз (плазменная переработка)

Под утилизацией отходов понимается деятельность, связанная с использованием отходов на этапах их технологического цикла, и/или обеспечение повторного (вторичного) использования или переработки списанных изделий [14].

Перед утилизацией металлические составные части необходимо отсортировать по видам металла, удалить неметаллические части. Утилизация

ламп осветительных приборов производится в специальных пунктах приема на утилизацию.

8.3 БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Категории пожароопасности

А — повышенная взрывопожароопасность	Горючие газы, легко воспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 килопаскалей, и (или) вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа.
Б — взрывопожароопасность	Горючие пыли или волокна, легко воспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа.
В1 — В4 — пожароопасность	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть,

	при условии, что помещения, в которых они находятся (обращаются), не относятся к категории А или Б.
Г — умеренная пожаро-опасность	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, и (или) горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.
Д — пониженная пожаро-опасность	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

Наиболее вероятным чрезвычайными ситуациями при разработке устройства являются пожар на рабочем месте. Потенциальное возникновение пожара связано с возможным накоплением токоведущей пыли внутри компьютера, что может привести к короткому замыканию, возгоранию пыли и, если не будет принято никаких мер, распространению пожара согласно Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 N 123-ФЗ (последняя редакция). В связи с возможной угрозой возникновения пожара был разработан план действий согласно с ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ [15]:

- в случае обнаружения возгорания необходимо сообщить руководителю и попытаться потушить очаг возгорания своими силами с помощью средств первичного пожаротушения такими как: огнетушитель (порошковый, углекислотный);
- в случае если потушить очаг возгорания не удастся, привести в действие ручной пожарный извещатель;

- немедленно сообщить о чрезвычайной ситуации в пожарную охрану по телефону 01 (сотовый 010), назвать адрес объекта, место и причины возникновения пожара;
- принять меры по эвакуации людей, материальных ценностей;
- приступить к тушению пожара, отключив электроэнергию;
- встретить подразделения пожарной охраны и, при необходимости, оказать помощь при выборе наилучшего пути для подхода к очагу пожара.

План эвакуации предоставлен на рисунке 5.

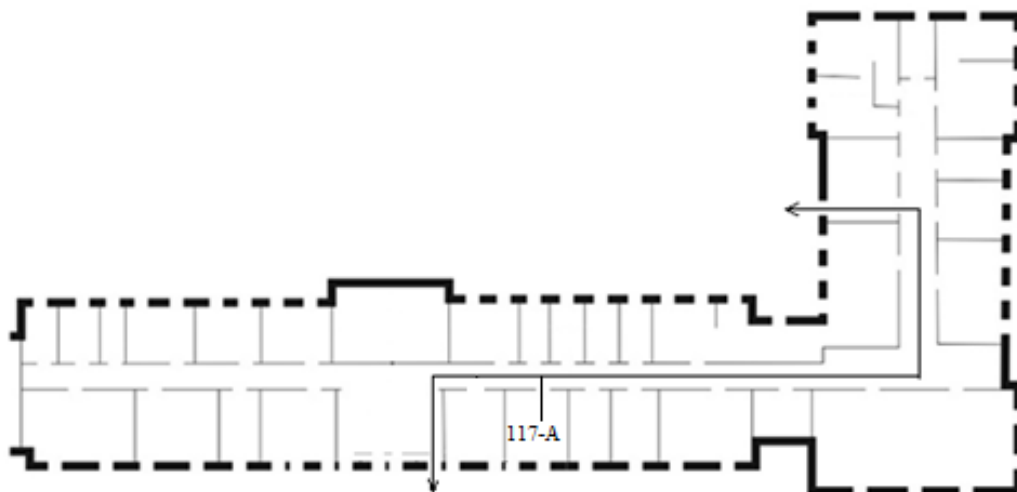


Рисунок 5 – План эвакуации при пожаре и других ЧС из помещений учебного корпуса №10, пр. Ленина, 2, 1-й этаж

8.4 ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

Рабочие места, оборудованные персональными компьютерами, должны располагаться по отношению к световым проемам таким образом, чтобы естественный свет падал с боковой стороны, преимущественно слева.

Расстояние между боковыми поверхностями мониторов должно составлять не менее 1,2 м, расстояние между экраном монитора и задней частью другого монитора – не менее 2 м.

Рабочий стол может быть любой конструкции, которая отвечает современным требованиям эргономики и позволяет удобно разместить на рабочей поверхности оборудование с учетом его количества, размеров и характера выполняемой работы. Целесообразно применение столов, имеющих отдельную от основной столешницы специальную рабочую поверхность для размещения клавиатуры. В случае, когда используется стол с нерегулируемой высотой рабочей поверхности, его высота должна быть в пределах от 680 до 800 мм. Глубина рабочей поверхности стола должна составлять 800 мм, ширина – 1600 мм. Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной – не менее 500 мм, глубиной на уровне колен – не менее 450 мм, на уровне вытянутых ног – не менее 650 мм.

Конструкция рабочего стула или кресла должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы работника и позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины. Рабочий стул или кресло должны быть подъемно-поворотным, регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья, при этом регулировка каждого параметра должна быть независимой, легко осуществляемой и иметь надежную фиксацию.

Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 100 - 300 мм от края, обращенного к пользователю, или на специальной поверхности, отделенной от основной столешницы.

Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600 - 700 мм, но не ближе 500 мм [7].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выпускной квалификационной работы была разработана, исследована и спроектирована автоматизированная транспортная платформа с движением по изменяемой кривой, на базе аппаратной платформы Arduino UNO.

В результате разработки и исследования автоматизированной платформы подобрали основные составляющие и детали. Произвели сборку и тестирование датчиков, их калибровку. Испытали работу коллекторных двигателей постоянного тока с различными источниками питания.

В результате была спроектирована и собрана автоматизированная платформа, способная распознавать линию и корректировать относительно нее свое движение.

CONCLUSION

As a result of the final qualification work, an automated transport platform with a variable curve motion was developed, researched and designed based on the Arduino UNO hardware platform.

As a result of the development and research of the automated circuit board, the main components and details were selected. We assembled and tested the sensors and calibrated them. The operation of DC collector motors with various power supplies was tested.

As a result, an automated platform was designed and assembled, capable of recognizing the line and correcting its movement with respect to it.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ULTIMATE FACTORIES | PORSCHE PANAMERA [Электронный ресурс]
URL:<http://channel.nationalgeographic.com/ultimate-factories/galleries/ultimate-factories-porsche-panamera-pictures/at/automated-experience-21977/>
2. Arduino UNO SMD | Overview | Summary [Электронный ресурс]
URL: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUnoSMD>
3. Коллекторный электродвигатель постоянного тока [Электронный ресурс]
URL: <http://engineering-solutions.ru/motorcontrol/brushdcmotor/>
4. SparkFun Ardumoto - Motor Driver Shield [Электронный ресурс]
URL: <https://www.sparkfun.com/products/9815>
5. ПРИМЕНЕНИЕ ПИД-РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМИ ОБЪЕКТАМИ С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ [Электронный ресурс]
URL: http://www.amursu.ru/attachments/article/13719/14_91-98.pdf
6. ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
7. СанПиН 2.2.4.548–96. «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».
8. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки».
9. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».
10. СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение».
11. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий».
12. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 . «Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)»
13. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».

14. ГОСТ 30772-2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения».
15. ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. «Пожарная безопасность. Общие требования».

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

Листинг программы

```
#define CW 0

#define CCW 1

#define MOTOR_A 0

#define MOTOR_B 1

int Sensor;

const byte PWMA = 3; // PWM control (speed) for motor A

const byte PWMB = 11; // PWM control (speed) for motor B

const byte DIRA = 13; // Direction control for motor A

const byte DIRB = 12; // Direction control for motor B

void setup()

{

    setupArdumoto(); // Set all pins as outputs

    digitalWrite (A0, HIGH);

    Serial.begin (9600);

}

void loop()

{Sensor = analogRead(A0);

    Serial.print("Sensor = ");

    Serial.print(Sensor);
```

```

Serial.print("\n");

    if (Sensor <600)

    {

driveArdumoto(MOTOR_A, CW, 255); // Motor A at max speed.

driveArdumoto(MOTOR_B, CW, 255); // Motor B at max speed.

    }

    else {

stopArdumoto(MOTOR_A);

//stopArdumoto(MOTOR_B);}

    }}

// driveArdumoto drives 'motor' in 'dir' direction at 'spd' speed

void driveArdumoto(byte motor, byte dir, byte spd)

{

    if (motor == MOTOR_A)

    {

        digitalWrite(DIRA, dir);

        analogWrite(PWMA, spd);

    }

    else if (motor == MOTOR_B)

    {

        digitalWrite(DIRB, dir);

```

```

    analogWrite(PWMB, spd);

}

}

// stopArdumoto makes a motor stop

void stopArdumoto(byte motor)

{

    driveArdumoto(motor, 0, 0);

}

// setupArdumoto initialize all pins

void setupArdumoto()

{

    // All pins should be setup as outputs:

    pinMode(PWMA, OUTPUT);

    pinMode(PWMB, OUTPUT);

    pinMode(DIRA, OUTPUT);

    pinMode(DIRB, OUTPUT);

    // Initialize all pins as low:

    digitalWrite(PWMA, LOW);

    digitalWrite(PWMB, LOW);

    digitalWrite(DIRA, LOW);

    digitalWrite(DIRB, LOW); }

```